

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 05-018741

(43)Date of publication of application : 26.01.1993

(51)Int.Cl.

G01B 21/30

G01B 7/34

G11B 9/00

H01J 37/28

(21)Application number : 03-159852

(71)Applicant : CANON INC

(22)Date of filing : 05.06.1991

(72)Inventor : KAWASE TOSHIMITSU

MIYAZAKI TOSHIHIKO

SHINJO KATSUHIKO

KURODA AKIRA

NOSE HIROYASU

(30)Priority

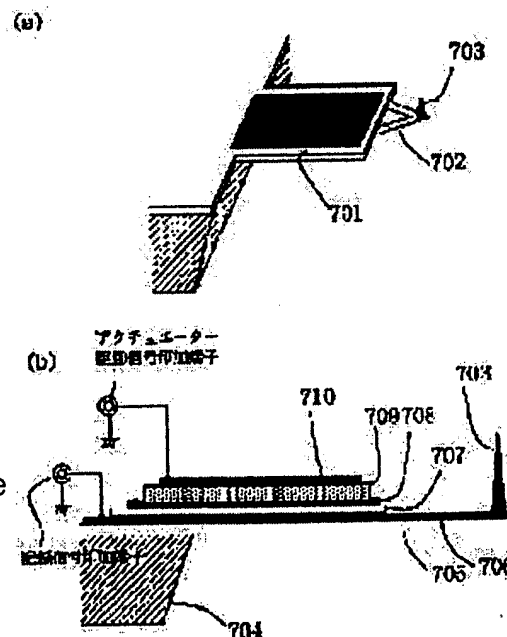
Priority number : 02215021 Priority date : 16.08.1990 Priority country : JP

(54) MICRO DISPLACEMENT TYPE INFORMATION DETECTING PROBE ELEMENT, AND SCANNING TYPE TUNNELING MICROSCOPE, INTERATOMIC FORCE MICROSCOPE AND INFORMATION PROCESSOR USING THE PROBE ELEMENT

(57)Abstract:

PURPOSE: To provide a micro displacement type information detecting probe element capable of following up in correspondence with everything such as the waviness of μm order and periodic surface irregularity of nm order of a recording medium and substrate at the time of performing the recording, reproducing, or the like of information using a tunnel current or the like.

CONSTITUTION: In a micro displacement type information detecting probe element, an insulating layer laminated on a substrate is extended to form a first stage cantilever 701, and layer structure 708-710 with piezoelectric material held between electrode members



is provided on the first stage cantilever 701. A second stage cantilever 702 is formed on the extension from the tip of the cantilever 701 of layer structure, and an information detecting probe 703 is formed at the free end part of the second cantilever 702. The first stage cantilever 701 is displaced utilizing reverse piezoelectric effect generated by applying voltage between the electrodes of the layer structure.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.06.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3030574

[Date of registration] 10.02.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-18741

(43)公開日 平成5年(1993)1月26日

(51)Int.Cl. ⁶	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 1 B 21/30	Z	7617-2F		
7/34	Z	9106-2F		
G 1 1 B 9/00		9075-5D		
H 0 1 J 37/28	Z	9069-5E		

審査請求 未請求 請求項の数11(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平3-159852
 (22)出願日 平成3年(1991)6月5日
 (31)優先権主張番号 特願平2-215021
 (32)優先日 平2(1990)8月16日
 (33)優先権主張国 日本(JP)

(71)出願人 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (72)発明者 川瀬 俊光
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72)発明者 宮崎 俊彦
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (72)発明者 新庄 克彦
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
 ノン株式会社内
 (74)代理人 弁理士 豊田 善雄 (外1名)

最終頁に続く

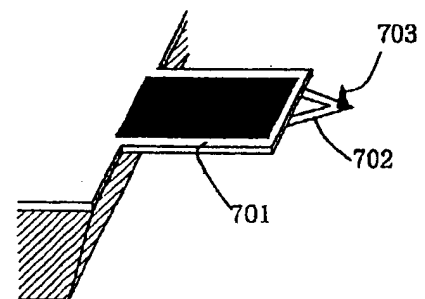
(54)【発明の名称】 微小変位型情報検知探針素子及びこれを用いた走査型トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡、情報処理装置

(57)【要約】

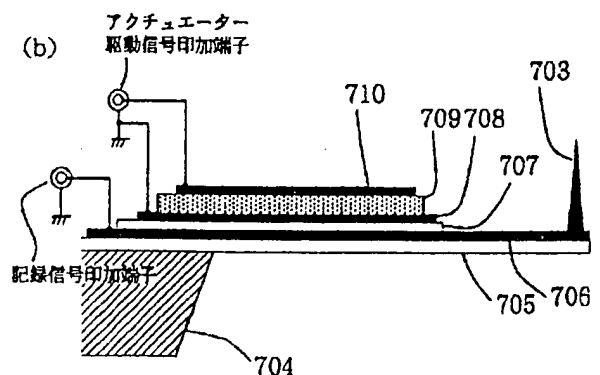
【目的】 トンネル電流等を用いて情報の記録、再生等を行うにあたり、記録媒体や基板の μm オーダーのうねり等及び nm オーダーの周期的表面凹凸等の全てに対応して追従することが可能な微小変位型情報検知探針素子を提供することにある。

【構成】 基板上に積層した絶縁層を延長して1段目の片持ばり701を形成し、該1段目の片持ばり上に、電極部材間に圧電材料を挟持した層構造708~710を設け、該層構造を有した片持ばりの先端から延長上に、さらに2段目の片持ばり702を形成すると共に該2段目の片持ばりの自由端部に情報検知探針703を形成し、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、前記1段目の片持ばり701を変位させる構成とした微小変位型情報検知探針素子、を特徴とする。

(a)



(b)



【特許請求の範囲】

【請求項1】 基板上に積層した絶縁層を延長して1段目の片持ばりを形成し、該1段目の片持ばり上に、電極部材間に圧電材料を挟持した層構造を設け、該層構造を有した片持ばり面内又は片持ばり先端から延長上に、さらに2段目の片持ばりを形成すると共に該2段目の片持ばりの自由端部に情報検知探針を形成し、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、前記1段目の片持ばりを変位させる構成としたことを特徴とする微小変位型情報検知探針素子。

【請求項2】 前記2段目の片持ばりが、前記層構造を有した1段目の片持ばり面内にスリットを設けることで形成した逆向きの片持ばりであって、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、該2段目の片持ばりを変位させる構成としたことを特徴とする請求項1記載の微小変位型情報検知探針素子。

【請求項3】 前記2段目の片持ばりが、複数個並列に設けられていることを特徴とする請求項1又は2に記載の微小変位型情報検知探針素子。

【請求項4】 基板上に積層した絶縁層を延長して板状の片持ばりを形成し、該片持ばり上に、電極部材間に圧電材料を挟持した層構造を設け、該層構造を有した片持ばり面内にスリットを設けることで逆向きの片持ばりを形成し、さらに該逆向きの片持ばり面内に、これと逆向きの片持ばりを形成することを順次繰返すことで複数個の片持ばりを形成し、該複数個形成した片持ばりの中で最小片持ばりの自由端部に情報検知探針を形成し、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、前記複数個の片持ばりを変位させる構成としたことを特徴とする微小変位型情報検知探針素子。

【請求項5】 請求項1～4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子を備えたことを特徴とする走査型トンネル顕微鏡。

【請求項6】 請求項1に記載の微小変位型情報検知探針素子と、前記2段目の片持ばりのたわみ方向の変位量を検知する手段とを備えたことを特徴とする原子間力顕微鏡。

【請求項7】 請求項1～4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子と、これに対向して記録媒体を設け、かつ、該素子の探針と記録媒体間にパルス電圧を掃引して情報を記録する手段を具備したことを特徴とする情報処理装置。

【請求項8】 請求項1～4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子と、これに対向して記録媒体を設け、かつ、該記録媒体の情報を該素子の探針により読み取る再生手段を具備したことを特徴とする情報処理装置。

【請求項9】 前記再生手段が、前記2段目の片持ばりのたわみ方向の変位量を検知する手段を具備したことを

特徴とする請求項8記載の情報処理装置。

【請求項10】 請求項1～4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子と、これに対向して記録媒体を設け、かつ、該素子の探針と記録媒体間にパルス電圧を掃引して情報を記録する手段を有すると共に、該記録媒体の情報を該素子の探針により読み取る再生手段を具備したことを特徴とする情報処理装置。

【請求項11】 前記再生手段が、前記2段目の片持ばりのたわみ方向の変位量を検知する手段を具備したことを特徴とする請求項10記載の情報処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、走査型トンネル顕微鏡等の探針の位置決めに逆圧電効果を利用した微小変位型情報検知探針素子及びかかる素子を搭載した走査型トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡、情報処理装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、記録装置に於けるデータの記録容量は益々大きくなる傾向がある。このような傾向においては記録単位が大きさが益々小さくなり、その密度がさらに高くなることが必要要件となる。例えば、光記録によるデジタルオーディオディスクにおいては記録単位

の大きさは $1\mu\text{m}^2$ 程度にまで及んでいる。
【0003】 一方、最近物質表面及び表面近傍の電子構造を直接観察できる走査型トンネル顕微鏡（以後STMと略す）が開発され[G. Binnig et al., Phys. Rev. Lett. 49, 57 (1982)]、単結晶、非晶質を問わず実空間像の高い分解能の測定ができるようになり、しかも、電流による損傷を媒体に与えることなく、低電力で観測できる利点をも有し、さらには超高真空中のみならず、大気中、あるいは溶液中でも動作し種々の材料に対して用いることができるため、広範囲な応用が期待されている。

【0004】 かかるSTMは、金属の探針（プローブ電極）と導電性物質の間に電圧を加えて 1nm （ 10\AA ）程度の距離まで近づけると両者の間に電流が流れることを利用している。この電流は両者の距離変化に非常に敏感であり、電流もしくは両者の平均的な距離を一定に保つように探針を走査することにより実空間の表面情報を得ることができる。この際、面内方向の分解能は 1\AA 以上である。

【0005】 このSTMの原理を応用し、記録媒体として電圧電流のスイッチング特性に対してメモリー効果をもつ材料、例えば、 π 電子系有機化合物やカルコゲン化合物の薄膜層等を用いれば記録単位が $0.001\mu\text{m}^2$ 以下の情報記録が可能である。

【0006】 また、原子間力顕微鏡（以下AFMと略す）は、試料表面に対して 1 ナノメートル以下の距離まで接近させた探針を支持するカンチレバー（弾性体）が、試料-探針間に働く力を受けてたわむ量から、逆に

力を検出し、この力を一定にするように試料-探針間の距離を制御しながら試料表面を走査することにより、表面の3次元形状をナノメートル以下の分解能で観察するものである[Binnig et. al, Phys. Rev. Lett. 56, 930 (1986)]。かかるAFMでは、走査型トンネル顕微鏡(STM)のように試料が導電性を有する必要がなく、絶縁性試料、特に半導体レジスト面や生体高分子などを原子・分子オーダーで観察可能であるため、広い応用が期待されている。

【0007】また、上記記録媒体を用いて高密度の記録再生を行うために、多くの装置が提案されている。例えば、特開昭62-281138号公報に示されている装置では、変換器と、情報の記録・再生を行う探針と、記録媒体と探針間距離を調整する探針駆動機構を、シリコンチップ上にフォトリソグラフィ技術を用いて一体で形成し、記録ヘッドの集積化を行っている。

【0008】このように、集積化された記録ヘッドを高密度の記録再生装置に設置する場合、記録ヘッド1つの占有する記録面積が μm オーダーであるため、記録ヘッドを数100~数1000個用意し、さらに、記録媒体と複数の記録ヘッド間において mm オーダーの相対的移動を行える形態にして、記録容量或いは記録スピードを上げることが必要となっている。

【0009】しかしながら、上記のように数100~数1000個を有する記録ヘッドを用意し、記録媒体に近傍させ、かつ記録媒体と記録ヘッドを相対的に mm の移動を行う場合、以下の問題点が生じる。

1) 記録媒体と記録ヘッド先端に設置されている記録探針との距離は、数 nm という非常に近接した状態にある。この状態で、記録ヘッドが記録媒体に追従するためには、記録ヘッドの変位量が $1\mu\text{m}$ 程度であることから、記録媒体や基板のうねり、或いは傾きを $1\mu\text{m}$ 程度以内におささなければならぬ。

2) 記録媒体や基板は数 μm 周期の大きなうねり以外に、記録ビットや基板の作製時にできた nm 周期の凹凸をも有している。この記録媒体と記録ヘッドを相対的に数 mm 移動させる場合、記録ヘッドは nm 周期の凹凸と μm 周期のうねりの両方に追従することが必要となる。従って、 μm 周期のうねりに追従できる状態で nm 周期の凹凸に追従しようとする、共振周波数との関係上装置速度を上げることが困難である。

【0010】

【発明が解決しようとする課題】すなわち、本発明の目的とするところは、

1) 記録媒体や基板の μm オーダーのうねり等及び nm オーダーの周期的表面凹凸等の全てに対応して追従することが可能な微小変位型情報検知探針素子を提供することにある。

2) また、かかる微小変位型情報検知探針素子を用いることで、アクセス速度の向上及び安定化等を可能ならし

めた走査型トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡、さらには、記録、再生、等を行える情報処理装置を提供することにある。

【0011】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するための本発明は、第1に、基板上に積層した絶縁層を延長して1段目の片持ばりを形成し、該1段目の片持ばり上に、電極部材間に圧電材料を挟持した層構造を設け、該層構造を有した片持ばり面内又は片持ばり先端から延長上に、さらに2段目の片持ばりを形成すると共に該2段目の片持ばりの自由端部に情報検知探針を形成し、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、前記1段目の片持ばりを変位させる構成とした微小変位型情報検知探針素子、第2に、前記2段目の片持ばりが、前記層構造を有した1段目の片持ばり面内にスリットを設けることで形成した逆向きの片持ばりであって、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、該2段目の片持ばりを変位させる構成とした前記第1に記載の微小変位型情報検知探針素子、第3に、前記2段目の片持ばりが、複数個並列に設けられている前記第1または第2に記載の微小変位型情報検知探針素子、第4に、基板上に積層した絶縁層を延長して板状の片持ばりを形成し、該片持ばり上に、電極部材間に圧電材料を挟持した層構造を設け、該層構造を有した片持ばり面内にスリットを設けることで逆向きの片持ばりを形成し、さらに該逆向きの片持ばり面内に、これと逆向きの片持ばりを形成することを順次繰返すことで複数個の片持ばりを形成し、該複数個形成した片持ばりの中で最小片持ばりの自由端部に情報検知探針を形成し、前記層構造の電極間に電圧を印加することで生じる逆圧電効果を利用して、前記複数の片持ばりを変位させる構成とした微小変位型情報検知探針素子、第5に、前記第1~第4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子を備えた走査型トンネル顕微鏡、第6に、前記第1に記載の微小変位型情報検知探針素子と、前記2段目の片持ばりのたわみ方向の変位量を検知する手段とを備えた原子間力顕微鏡、第7に、前記第1~第4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子と、これに対向して記録媒体を設け、かつ、該素子の探針と記録媒体間にパルス電圧を掃引して情報を記録する手段を具備した情報処理装置、第8に、前記第1~第4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子と、これに対向して記録媒体を設け、かつ、該記録媒体の情報を該素子の探針により読み取る再生手段を具備した情報処理装置、第9に、前記第8に記載の再生手段が、前記2段目の片持ばりのたわみ方向の変位量を検知する手段を具備した前記第8に記載の情報処理装置、第10に、前記第1~第4いずれかに記載の微小変位型情報検知探針素子と、これに対向して記録媒体を設け、かつ、該素子の探針と記録媒体間にパルス電圧を掃引して情報を記録

する手段を有すると共に、該記録媒体の情報を該素子の探針により読み取る再生手段を具備した情報処理装置、第11に、前記第10に記載の再生手段が、前記2段目の片持ばりのたわみ方向の変位量を検知する手段を具備した前記第10に記載の情報処理装置、としている点にある。

【0012】すなわち、本発明の基本となる構成は、一端が基板上に固定された板状の片持ばりを形成し、該片持ばり上に導電性の電極材料と逆圧電効果を生ずる圧電材料とを交互に積層した構造とし、かつ、この片持ばり面内あるいは片持ばり先端から延長上に、さらに2段目の微小な片持ばりを形成し、かつ、この微小な片持ばりの自由端部に情報検知探針を設けたことにあり、かかる構成において電極部材間に電圧を印加することで以下のような作用が得られる。

【0013】

【作用】圧電材料に外部から電場Eが加えられると、圧電結晶中に分極Pが生じ、その結晶は分極Pに比例する微小な歪みを起こす。通常の誘電体では、分極Pは電場Eに比例するので歪みはEに比例する。

【0014】かかる性質を利用し、例えば板状に設けた圧電材に部分的に異ならしめた電場を与えることで、全体として板状のたわみを起こさせることができるものである。

【0015】さらに、片持ばりの面内あるいは片持ばりの先端から延長上に複数段目の片持ばりを形成し、かつ少なくとも1段目の片持ばりが上記逆圧電効果によるたわみが得られる構成とすることで、全ての片持ばりにたわみを生じさせたとき最外部の片持ばりと最内部の片持ばりとの間に、各々のたわみ量の総和に等しいたわみ量を得ることができる。

【0016】従って、例えば記録媒体と探針間の距離を調整するような場合、かかる作用を成す構成を組み込めば、記録媒体や基板が有するnmオーダーの凹凸やμmオーダーのうねりのそれぞれに追従させることが可能となる。

【0017】

【実施例】以下、実施例に基づいて本発明を具体的に詳述する。

【0018】（実施例1）図1及び図2は、本発明の第1の実施例を説明するための構成図と動作模式図である。図1において、100は基板、101は片持ばりを形成するためのSiO₂やSi₃N₄等の絶縁層、102～107、112～118は片持ばりを三次元的に駆動するためのAu、Al等の材料を用いた電極、109、111は電気信号を与えることにより微小変位を行うPZT、ZnO、AlN等の圧電材料、120はトンネル電流、原子間力、磁気力等の電流や力等を検知するための情報検知探針、119は逆向きの微小片持ばりを形成するための屈曲スリットである。

【0019】また、図2において、図2(a)は片持ばり201の初期状態図であり、図2(b)は片持ばり201と逆向きの微小片持ばり202が逆圧電効果により変位した時の状態図である。

【0020】以上説明したような構成を有する微小変位型情報検知探針素子を、図1及び図2を用いてさらに詳細な説明を行う。

【0021】先ず、本発明に係る微小変位型情報検知探針素子の作製工程を以下に示す。厚さ0.5mmのSi(100)基板100上に、CVD法によりSi₃N₄膜を0.15μmの厚さに成膜して絶縁層101を形成した。使用した原料ガスはSiH₂Cl₂:NH₃(1:9)であり、基板温度は800℃であった。次に、フォトリソグラフィ技術とCF₄ガスを用いたドライエッチングを用いて、Si₃N₄膜102を図1に示すような所望の片持ばりと、屈曲スリット119により形成される逆向きの微小片持ばりの形状にパターニングした。続いて、電極102～107の材料として、スパッタ法により絶縁層101の片持ばり部にAuを0.1μm成膜し、フォトリソグラフィ技術を用いて所望の形状にパターニングした。この際のパターニング形状は、図1中上面に示された電極112～117と同一である。尚、Si₃N₄とAuとの密着性を向上させるためにCrを成膜してもよい。次に、圧電材料109として、スパッタ法により、AlNを0.3μm成膜した。ターゲットにはAlを用い、Ar+N₂雰囲気中でスパッタした。さらに、フォトリソグラフィとAl用エッチング液によるウェットエッチングでパターニングした。その後、上記工程を繰り返し、圧電材料と電極を交互に形成して、図1に示すようなSi基板-Si₃N₄-Au-AlN-Au-AlN-Auのバイモルフ構造を形成した。最後に、情報検知探針120の材料として、蒸着法によりWを円錐形状に堆積した。

【0022】上記工程により作製した微小変位型情報検知探針素子の片持ばりの大きさは、幅150μm、長さ600μmであった。また屈曲スリット119の内側に形成された逆向きの微小片持ばりの大きさは、幅50μm、長さ300μmであった。

【0023】前述したが、電極のパターンは、112、113、114、115、116、117の電極と102、103、104、105、106、107の電極が各々対応して同一形状であり、中間電極である110は、片持ばり全面に形成されている。

【0024】次に、図1に示した微小変位型情報検知探針素子の駆動方法を説明する。先ず、AlN圧電素子109、111に電圧を掃引しない場合は、図2(a)のような形態である。次に、Au電極110をグランドとして、113、117の上部電極にマイナスバイアスを掃引し、103、107の下部電極にはプラスバイアスを掃引し、104、106の下部電極にはマイナスバイ

アスを掃引し、114, 116の上部電極にはプラスバイアスを掃引し、102, 105の下部電極にはプラスバイアスを掃引し、112, 115の上部電極にはマイナスバイアスを掃引する。これにより生じる逆圧電効果を利用してAlN圧電素子109, 111を伸縮させることにより、図2(b)に示すようなたわみ変位を得ることができる。

【0025】従って、本発明の微小変位型情報検知探針素子を使用すれば、寸法が従来の片持ばりと同一であっても、従来に比べ1.5倍〜2倍程度の変位量を得ることが可能となった。尚、本実施例で示した屈曲スリット119の大きさ及び形状は本実施例に限定する必要はなく、様々な形状を持つことが可能である。例えば、屈曲スリットの形状は山状の形状でもよい。

【0026】(実施例2)図3及び図4に、第2の実施例を示す。図3中、100は基板、101は絶縁層、301は片持ばり、302, 303は屈曲スリット、304は第1の逆向き微小片持ばり、305は第1の逆向き微小片持ばり304の内側に形成した第2の微小片持ばりである。

【0027】尚、図3には不図示であるが、図1の膜構造と同様の絶縁材料、圧電材料、電極材料が、Si基板100上にSi₃N₄-Au-AlN-Au-AlN-Auのバイモルフ構造として形成されている。図4は、図3の変位前後の状態模式図である。

【0028】図3に不図示のAu電極に、実施例1に記載の駆動方法と同様の方法でバイアス電圧を与え、不図示のAlN圧電材料を変位させ、301, 304, 305の片持ばりをたわませる。その結果、図4(b)に示すように、従来の片持ばりと同一寸法をもつ本発明の素子を使用し、2〜3倍の変位量を得ることができた。

【0029】上述のように、片持ばりを多段に構成したことにより、変位量を実施例1よりもさらに大きくとることができた。

【0030】(実施例3)図5に、第3の実施例を示す。

【0031】図5中、100は基板、101は絶縁層、501は片持ばり、502は片持ばり501上に並列にスリット503を2個設けて形成した逆向きの微小片持ばりである。また、120は情報検知探針である。この構成にすることにより、情報検知探針を持つ微小片持ばりのどちらか一方を予備の片持ばりとして待機させておくことが可能となり、片方が何んらかの影響で破損しても、すぐに復元できることが可能となった。

【0032】尚、本実施例では、並列スリットを2系統としたが、何んら2つに限る必要はなく、多数配置させてもよい。

【0033】(実施例4)図6に、第4の実施例を示す。

【0034】ここでは、本発明の微小変位型情報検知探

針素子を記録・再生が可能な情報処理装置に搭載した場合の実施例を示す。図6中、600は情報を記録再生するための探針、601は片持ばり、602は片持ばり601上に設けられた微小片持ばり、603は電圧-電流のスイッチング特性に対してメモリ効果をもつスクアリウム-ビス-6-オクチルアズレンをグラファイト基板上にLB法を用いて8層累積した記録層、604は電極、605は基板、606はXYステージ、607は基板、608は縦方向(Z軸方向)位置制御手段、609は探針600と記録層603間に流れるトンネル電流を電圧に変換する電流電圧変換回路、610は対数変換器、611は比較器、612はある特定の周波数成分だけの信号を取り出すバンドパスフィルター、613は増幅器、614は決められた低い周波数の信号を取り出すローパスフィルター、615は増幅器、616は片持ばり601及び微小片持ばり602を三次元に駆動するための三次元走査回路、617は縦方向位置制御手段608を駆動するための駆動回路、618は記録層603に情報を記録再生するためのパルス電源、619はXYステージ606を駆動するための大粗動回路である。

【0035】次に、上述の素子及び媒体の構成で、高密度の記録再生装置を大気中にて動作させる。探針600と記録層603との間の距離が、数nm(ナノメートル)の一定状態になるように制御するために、電流電圧変換回路609、対数変換回路610、比較器611、バンドパスフィルター612、ローパスフィルター614、増幅器613、615を通じた電氣的フィードバック信号を、片持ばり601及び微小片持ばり602に与える。探針600と記録層603との間の位置検知手段としては、トンネル電流を利用した。以上の状態で、記録・再生が行える状態となる。記録は、三次元走査回路616と、XYステージ606、大粗動回路619を用いて任意の場所に移動させ、パルス電源618を用いて探針600と記録層603の間に電気メモリ効果を生じる閾値電圧である1.5Vを越える2V、パルス幅1μsecの電圧を印加した。その結果、電氣的にオン状態(電流がオフ状態に比べて3ケタ以上多く流れる状態)を記録層603に書き込むことができた。この記録位置を再びトレースし、オン状態を再生することが可能であった。

【0036】尚、上記実施例においては、スクアリウム-ビス-6-オクチルアズレンをグラファイト基板上にLB法を用いて8層累積したものを記録媒体として用いた例を示したが、記録媒体(記録層)の材料としては書き込み、消去のできるものであれば何でもよく、また、媒体の作製方法についても、何んらこれらに限定する必要はない。

【0037】上記記録、再生を行う際に、XYステージをmmオーダで動かすわけだが、かかる場合には、探針600が記録層603、電極604、基板605各々固

有の凹凸やうねりにより接触する可能性があるので、片持ばり601或いは微小片持ばり602に電氣的フィードバック信号を送り、接触を回避させなければならない。

【0038】このときの電氣的フィードバック信号は、基板605の有する数10Hz周期の大きなうねりと、電極604の有する数100Hzの凹凸とに追従するように、比較器611からの信号を2つに分岐させ、数10Hz周期の信号はローパスフィルター614を通して片持ばり801に、数100Hz周期の信号はバンドパスフィルター612を通して微小片持ばり602に送られる。

【0039】このように、信号を分離し片持ばり601と微小片持ばり602を独立に動作させることにより、高速の走査が可能になり、本実施例の情報処理装置のアクセス速度を向上させることができた。

【0040】以上述べた実施例1~4について共通することだが、絶縁層101を形成する Si_3N_4 、圧電材料である AlN 、電極材料である Au はそれぞれ異なった線膨張率やヤング率等を有するため、これらが層構造を成して片持ばりが形成される場合、温度変化によって片持ばりのたわみを生ずる場合がある。従って、かかる熱膨張あるいは収縮をも考慮した上で探針が適正な位置にくるように、片持ばり及び微小片持ばりの寸法(長さ等)を適宜選定することが好ましい。

【0041】(実施例5)図7及び図8に第5の実施例を示す。本実施例において、微小変位型情報検知素子はアクチュエーター付片持ばり部分701と微小片持ばり部分702の2段構成になっており、微小片持ばり部分702の先端には記録信号印加および再生信号検出のための探針703が取り付けられている。この微小変位型情報検知探針素子の詳細は図7(b)に示すとおり、 Si 基板704の上に設けた2段片持ばりを構成する Si_3N_4 層705上に、探針703に記録信号印加のための Au 配線706が設けられ、さらにその上層に、絶縁層としての Si_3N_4 層707、ユニモルフ素子アクチュエーターを構成する Au 層708、 ZnO 層709、 Au 層710の3層からなる1段目の片持ばりを構成する部分が設けられている。

【0042】このような素子の作製工程については、実施例1に述べた方法とほぼ同様であり、 $\text{Si}(100)$ 基板上にCVD法により Si_3N_4 を $0.5\mu\text{m}$ の膜厚に成膜後、上部にスパッタ法により Au 配線を $0.1\mu\text{m}$ の膜厚に成膜する。ここで、フォトリソグラフィ工程により2段目片持ばりの形状にパターニング後、1段目の片持ばりの部分に再びCVD法により Si_3N_4 層を $0.1\mu\text{m}$ 成膜し、パターニングを繰り返しながらスパッタ法により Au 層 $0.1\mu\text{m}$ 、 ZnO 層 $0.3\mu\text{m}$ 、 Au 層 $0.1\mu\text{m}$ を成膜する。そして、2段目の片持ばり部分の先端に電子ビームデポジション法により、炭素

等の導電性材料を蒸着して探針を作製し、最後に基板裏面から KOH による異方性エッチングにより片持ばりを形成する。

【0043】上記工程により作製した微小変位型情報検知探針素子の片持ばりの大きさは、アクチュエーター付片持ばり部分が幅 $150\mu\text{m}$ 、長さ $600\mu\text{m}$ の矩形型、微小片持ばり部分が幅 $20\mu\text{m}$ 、長さ $100\mu\text{m}$ のV字型であった。

【0044】次に、図8を用いて、本実施例の微小変位型情報検知探針素子を記録・再生を行える情報処理装置に応用した例について説明する。記録媒体基板801に対して先端を1ナノメートル以下の距離にまで探針802を接近させ、相対的に横方向に走査する。ここで、レーザー803からの光ビームを探針802を支持する微小片持ばり部分804先端の裏面に照射し、その反射光ビームスポット位置を2分割センサ805によって検知しておく。記録媒体基板801と探針802との間に働く原子間力の大きさに変化が生じると、微小片持ばり部分のたわみ量に変化が生じ、反射光ビームの角度変化を伴うため2分割センサ805上のビームスポット位置に変化が生じる。そこで、このビームスポット位置が一定になるように、すなわち、記録媒体基板801と探針802との間に働く原子間力の大きさが一定になるように、アクチュエーター付片持ばり部分806のたわみ変位量を制御する。この制御信号の大きさから、原子間力の大きさが一定になるよう探針802が上下する制御量、すなわち記録媒体基板801表面の形状を検知することができる。このとき、アクチュエーター付片持ばり部分806のたわみ変位に対する共振周波数は 1kHz 程度であるが、微小片持ばり部分804のたわみに対する共振周波数は 50kHz 程度となるので、探針802が記録媒体基板801表面のミクロンオーダーの大きなうねり、傾き807に対しては、アクチュエーター付片持ばり部分806のたわみ変位により、ナノメートルオーダーの記録ビット808、基板の凹凸809に対しては、微小片持ばり部分804のたわみにより、基板表面を走査させることができる。このように、アクチュエーター付片持ばり部分806、微小片持ばり部分804を独立に動作させることにより、高速の走査が可能になり、本実施例の情報処理装置のアクセス速度を向上させることができた。

【0045】ここで、記録再生の方法について説明する。記録媒体基板801として例えば、マイカ上でエピタキシャル成長させた $\text{Au}(111)$ 面等導電性を有し、かつ広範囲にわたってサブナノメートルオーダーで平坦なものをを用いる。上述のように探針を基板に接近させ、その間に 5V 、 $100\mu\text{s}$ のパルス電圧を印加することにより、 10nm 程度の径を有する凸形状のビットを形成することができる。記録法としては、ここに挙げた例以外に、記録媒体基板表面形状を変化させるような

方法であればいかなるものでもよく、他の材料でも、また凹形状のビットを形成するものであってもよい。再生法としては、記録ビットに探針が接近したときに、その間に働く原子間力により、探針を支持する微小片持ばりがたわむ量を2分割センサ上の反射光ビームスポットの位置ずれ量を検出し、これを再生信号とする。なお、記録ビット等の高周波の信号に対しては、アクチュエーター付片持ばり部分は追従しないため、このような再生が可能となるものである。

【0046】

【発明の効果】以上説明したように、本発明の微小変位型情報検知探針素子は、逆圧電効果を利用するとともに、片持ばりの面内あるいは片持ばりの先端から延長上に複数段目の片持ばりを形成することにより、たわみ変位量の拡大が実現できる。

【0047】また、本発明の微小変位型情報検知探針素子を走査型トンネル顕微鏡や原子間力顕微鏡、高密度の記録・再生を行う情報処理装置に搭載した場合には、片持ばりを複数段に備えていることにより、機能を分離して動作させることが可能となり、従来よりもアクセス速度を向上させることができ、高安定で高速の走査型トンネル顕微鏡、原子間力顕微鏡及び情報処理装置を提供できた。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例に係る微小変位型情報検知探針素子の立体斜視図である。

【図2】図1に係る素子の片持ばりの変位状態図を示す。

【図3】本発明の第2の実施例に係る微小変位型情報検知探針素子の立体斜視図である。

【図4】図3に係る素子の片持ばりの変位状態図を示す。

【図5】本発明の第3の実施例に係る微小変位型情報検知探針素子の立体斜視図である。

【図6】本発明に係る微小変位型情報検知探針素子を搭載した情報処理装置を示すブロック図である。

【図7】本発明の第5の実施例に係る微小変位型情報検知探針素子の立体斜視図および断面図である。

【図8】本発明の第5の実施例に係る微小変位型情報検知探針素子を搭載した情報処理装置を示す図である。

【符号の説明】

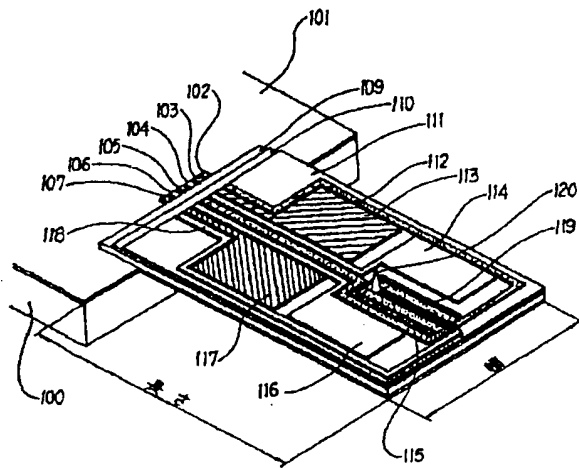
- 100 基板
- 101 絶縁層
- 102 電極（下部）
- 103 電極（下部）
- 104 電極（下部）
- 105 電極（下部）
- 106 電極（下部）
- 107 電極（下部）
- 109 圧電材

- 110 電極
- 111 圧電材
- 112 電極（上部）
- 113 電極（上部）
- 114 電極（上部）
- 115 電極（上部）
- 116 電極（上部）
- 117 電極（上部）
- 118 電極（上部）
- 10 119 屈曲スリット（コの字形）
- 120 情報検知探針
- 201 片持ばり
- 202 微小片持ばり（逆向き）
- 301 片持ばり
- 302 屈曲スリット
- 303 屈曲スリット
- 304 第1の微小片持ばり
- 305 第2の微小片持ばり
- 501 片持ばり
- 20 502 微小片持ばり
- 503 屈曲スリット
- 600 情報検知探針
- 601 片持ばり
- 602 微小片持ばり
- 603 記録層
- 604 電極
- 605 基板
- 606 XYステージ
- 607 基板
- 30 608 縦方向位置制御手段
- 609 電流電圧変換回路
- 610 対数変換器
- 611 比較器
- 612 バンドパスフィルター
- 613 増幅器
- 614 ローパスフィルター
- 615 増幅器
- 616 三次元走査回路
- 617 粗動回路
- 40 618 パルス電源
- 619 大粗動回路
- 620 マイクロコンピュータ
- 621 表示装置
- 701 アクチュエーター付片持ばり部分
- 702 微小片持ばり部分
- 703 探針
- 704 Si基板
- 705 Si₃N₄層
- 706 Au配線
- 50 707 Si₃N₄層

13

- 708 Au層
- 709 ZnO層
- 710 Au層
- 801 記録媒体基板
- 802 探針
- 803 レーザー

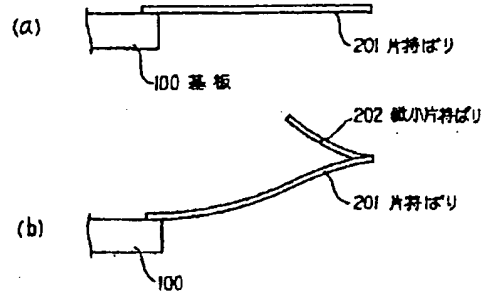
【図1】



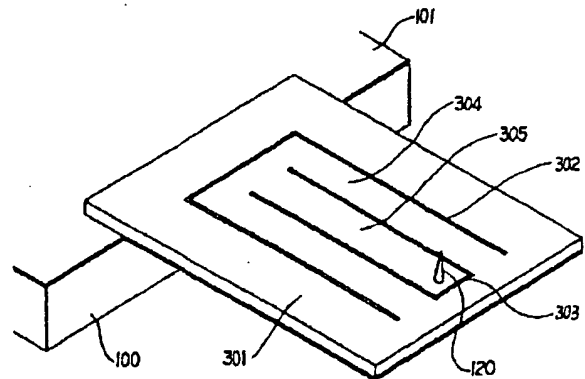
14

- 804 微小片持り部分
- 805 2分割センサ
- 806 アクチュエーター付片持り部分
- 807 基板の大きなうねり, 傾き
- 808 記録ビット
- 809 基板の作製時にできたnm同期の凹凸

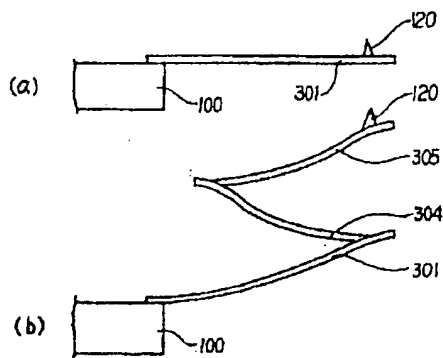
【図2】



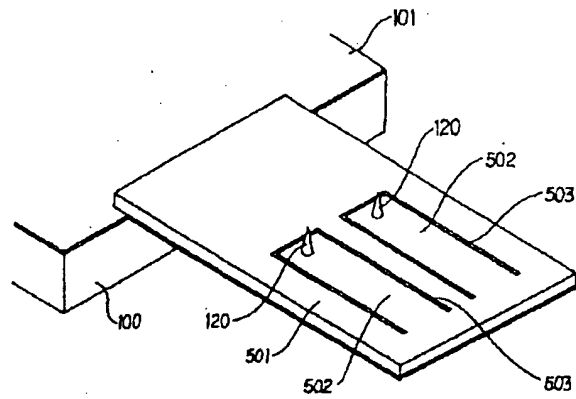
【図3】



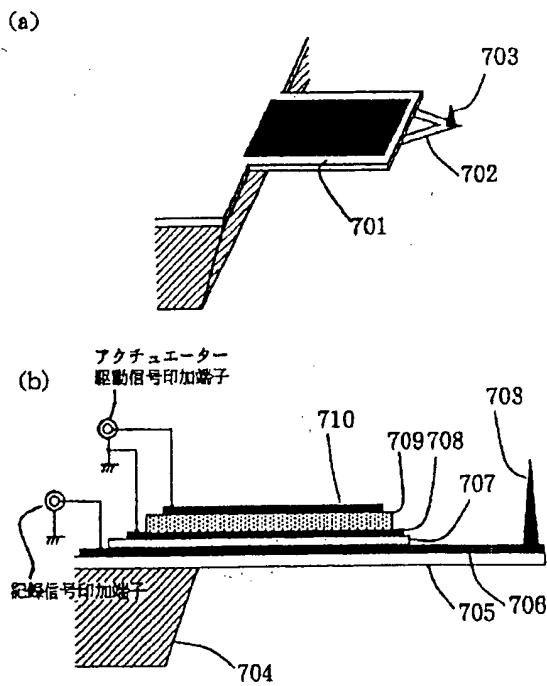
【図4】



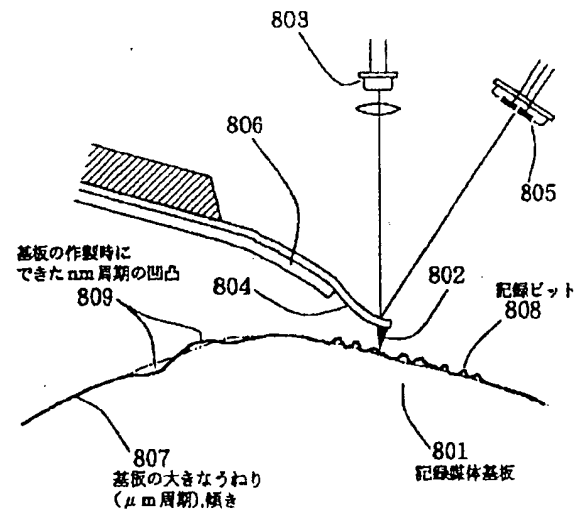
【図5】



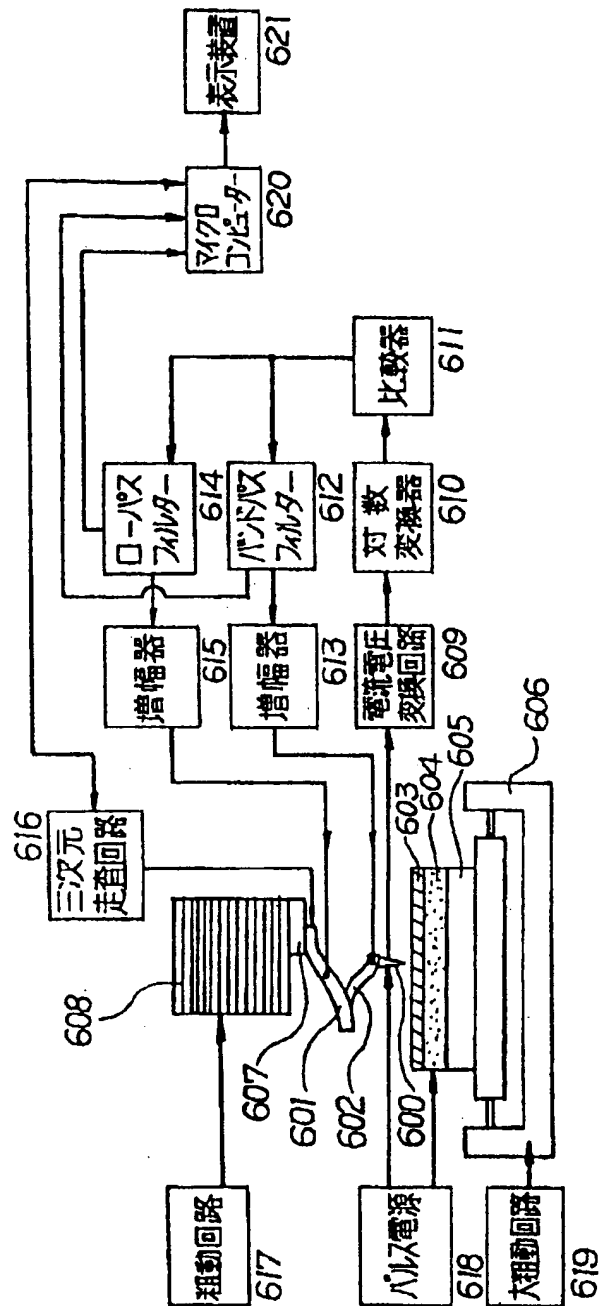
【図7】



【図8】



【図6】



フロントページの続き

(72) 発明者 黒田 亮
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

(72) 発明者 能瀬 博康
東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ
ノン株式会社内

JP5-18741

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The minute displacement type information detection probe element characterized by providing or including the following. The layer structure which extended the insulating layer which carried out the laminating, formed the 1st step of cantilever on the substrate, and pinched piezoelectric material between polar-zone material on the cantilever of eye this one stage. This layer structure.

[Claim 2] The minute displacement type information detection probe element according to claim 1 which is the cantilever of the retrose which the 2nd aforementioned step of cantilever formed by preparing a slit in the 1st step of cantilever side with the aforementioned layer structure, and is characterized by considering as the composition to which the variation rate of the cantilever of eye these two stages is carried out using the inverse piezoelectric effect produced by impressing voltage to inter-electrode [of the aforementioned layer structure].

[Claim 3] The minute displacement type information detection probe element according to claim 1 or 2 to which the 2nd aforementioned step of cantilever is characterized by preparing more than one in parallel.

[Claim 4] The minute displacement type information detection probe element characterized by providing or including the following. The layer structure which extended the insulating layer which carried out the laminating, formed the cantilever of a tabular on the substrate, and pinched piezoelectric material between polar-zone material on this cantilever. This layer structure.

[Claim 5] claims 1-4 -- the publication to either is minute -- a variation rate -- the scanning tunneling microscope characterized by having a type information detection probe element

[Claim 6] The atomic force microscope characterized by having a minute displacement type information detection probe element according to claim 1 and a means to detect the amount of displacement of the direction of a deflection of the 2nd aforementioned step of cantilever.

[Claim 7] claims 1-4 -- the publication to either is minute -- a variation rate -- the information processor characterized by providing a means to counter a type information detection probe element and this, and to form a record medium, and to sweep a pulse voltage and to record information between the probe of this element, and a record medium

[Claim 8] claims 1-4 -- the publication to either is minute -- a variation rate -- the information processor characterized by providing a reproduction means to counter a type information detection probe element and this, and to form a record medium, and to read the information on this record medium by the probe of this element

[Claim 9] The information processor according to claim 8 with which the aforementioned reproduction means is characterized by providing a means to detect the amount of displacement of the direction of a deflection of the 2nd aforementioned step of cantilever.

[Claim 10] claims 1-4 -- the publication to either is minute -- a variation rate -- the information processor characterized by providing a reproduction means to read the information on this record medium by the probe of this element while having a means to counter a type information detection probe element and this, and to form a record medium, and to have swept a pulse voltage and to record information between the probe of this element, and a record medium

[Claim 11] The information processor according to claim 10 with which the aforementioned reproduction means is characterized by providing a means to detect the amount of displacement of the direction of a deflection of the 2nd aforementioned step of cantilever.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] this invention relates to the scanning tunneling microscope which carried the minute displacement type information detection probe element which used the inverse piezoelectric effect for positioning of probes, such as a scanning tunneling microscope, and this element, an atomic force microscope, and an information processor.

[0002]

[Description of the Prior Art] In recent years, the storage capacity of the data in a recording device tends to become still larger. In such an inclination, the size of a record unit becomes still smaller, and a bird clapper serves as [the density] indispensable requirements still higher. For example, in the digital audio disc by optical recording, the size of a record unit has attained to about [1 micrometer] two.

[0003] on the other hand, the scanning tunneling microscope (it abbreviates to STM henceforth) which can carry out direct observation of the electronic structure a matter front face and near the front face recently develops -- having -- [-- G. -- Binnig et al., Phys.Rev.Lett.49, and 57(1982)] -- Come to be able to perform measurement of the high resolution of a real-space image regardless of a single crystal and an amorphous substance. And since it also has the advantage which can be observed with low power, it can operate further not only the inside of an ultra-high vacuum but in in the atmosphere or a solution and it can use to various material, without giving through the injury by current, wide range application is expected.

[0004] If this STM applies voltage and brings it close to the distance about 1nm (10A) between a metaled probe (probe electrode) and the conductive matter, it will use that current flows among both. This current is very sensitive to both distance change, and the surface information on a real space can be acquired by scanning a probe so that current or both average distance may be kept constant. Under the present circumstances, the resolution of field inboard is 1A or more.

[0005] If the material which applies the principle of this STM and has a memory effect to the switching characteristic of voltage current as a record medium, for example, a pi-electron system organic compound, the thin film layer of chalcogen ghosts, etc., is used, a record unit is possible for two or less 0.001-micrometer record [information].

[0006] Moreover, an atomic force microscope (it omits Following AFM) The cantilever (elastic body) which supports the probe made to approach to distance 1 nanometer or less to a sample front face By detecting the force conversely, and scanning a sample front face from the amount which bends in response to the force committed between sample-probes, controlling the distance between sample-probes to make this force regularity A surface 3-dimensional configuration is observed with the resolution below NANOMETORU [Binniget.al, Phys.Rev.Lett.56,930 (1986)]. In this AFM, a sample does not need to have conductivity like a scanning tunneling microscope (STM), and since it is observable to an atom and molecule order, the insulating sample especially the semiconductor resist side, the biopolymer, etc. are expected to latus application.

[0007] Moreover, many equipments are proposed in order to perform high-density record reproduction using the above-mentioned record medium. For example, with the equipment shown in JP,62-281138,A, on a silicon chip, photo lithography technology is used, a converter, the probe which performs informational record and reproduction, and a record medium and the probe drive which adjusts the distance between probes are formed by one, and the recording head is integrated.

[0008] Thus, since the record area of one recording head to occupy is mum order when installing the integrated recording head in a high-density record regenerative apparatus, it is necessary to prepare a recording head several 100 - 1000 numbers, to make it further the form which can perform relative movement of mm order between a record medium and two or more recording heads, and to gather storage capacity or record speed.

[0009] However, the recording head which has several 100 - 1000 numbers as mentioned above is prepared, near is carried out to a record medium, and when moving mm relatively, the following troubles produce a record medium and a recording head.

1) The distance of a record medium and the record probe currently installed at the nose of cam of a recording head is in the state of several nm where it approached very much. In this state, since the amount of displacement of a recording head is about 1 micrometer in order for a recording head to follow a record medium, you have to press down the wave of a record medium or a substrate, or an inclination within about 1 micrometer.

2) The record medium and the substrate also have the irregularity of nm period made at the time of production of a record bit or a substrate in addition to the big external waviness in a cycle of several micrometers. When moving this record medium and recording head several mm relatively, it is necessary for a recording head to follow both the irregularity of nm period, and the wave of mum period. Therefore, if it is going to follow the irregularity of nm period in the state where the wave of mum period

can be followed, it is difficult to gather relation top equipment speed with resonance frequency.

[0010]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] That is, the place made into the purpose of this invention is to offer the minute displacement type information detection probe element which can be followed corresponding to all, such as periodic surface irregularity of nm order, such as one record medium and a wave of nm order of a substrate.

2) Moreover, if possible, be in offering the scanning tunneling microscope which closed improvement, stabilization, etc. of access speed by using the starting minute displacement type information detection probe element, an atomic force microscope, and the information processor which can perform record, reproduction, etc. further.

[0011]

[Means for Solving the Problem] On a substrate, this invention for attaining the above-mentioned purpose extends the insulating layer which carried out the laminating, and forms the 1st step of cantilever the 1st. The layer structure which pinched piezoelectric material is prepared in between. this -- cantilever [the 1st step of] top -- an electrode -- a member -- While forming the 2nd more step of cantilever on extension from the inside of a cantilever side with this layer structure, or a cantilever nose of cam, an information detection probe is formed in the free edge of the cantilever of eye these two stages. The inverse piezoelectric effect produced by impressing voltage to inter-electrode [of the aforementioned layer structure] is used. The minute displacement type information detection probe element considered as the composition to which the variation rate of the 1st aforementioned step of cantilever is carried out, Are the cantilever of the retrose formed because the 2nd aforementioned step of cantilever prepares a slit in the 1st step of cantilever side with the aforementioned layer structure, and the inverse piezoelectric effect produced by impressing voltage to inter-electrode [of the aforementioned layer structure] is used [2nd]. A minute displacement type information detection probe element given in the above 1st considered as the composition to which the variation rate of the cantilever of this two-step eye is carried out, The above 1st with which two or more the 2nd aforementioned step of cantilevers are prepared [3rd] in parallel, or a minute displacement type information detection probe element given in the 2nd, On a substrate, extend the insulating layer which carried out the laminating and the cantilever of a tabular is formed the 4th. The cantilever of a retrose is formed by preparing in between the layer structure which pinched piezoelectric material, and preparing a slit in a cantilever side with this layer structure. this cantilever top -- an electrode -- a member -- Two or more cantilevers by furthermore repeating forming the cantilever of this and a retrose in the cantilever side of this retrose one by one are formed. Form an information detection probe in the free edge of the minimum cantilever in this cantilever that carried out plurality formation, and the inverse piezoelectric effect produced by impressing voltage to inter-electrode [of the aforementioned layer structure] is used. The minute displacement type information detection probe element considered as the composition to which the variation rate of two or more aforementioned cantilevers is carried out, The scanning tunneling microscope which equipped [5th] the above 1st - the 4th either with the minute displacement type information detection probe element of a publication, and a minute displacement type information detection probe element given in the 6th above 1st, The atomic force microscope equipped with a means to detect the amount of displacement of the direction of a deflection of the 2nd aforementioned step of cantilever, and a minute displacement type information detection probe element given in the 7th above 1st - the 4th either, The information processor possessing a means to counter this and to form a record medium, and to sweep a pulse voltage and to record information between the probe of this element, and a record medium, and a minute displacement type information detection probe element given in the 8th above 1st - the 4th either, The information processor possessing a reproduction means to counter this, and to form a record medium and to read the information on this record medium by the probe of this element, An information processor given in the above 8th possessing a means by which 9th the reproduction means of a publication detects the amount of displacement of the direction of a deflection of the 2nd aforementioned step of cantilever to the above 8th, and a minute displacement type information detection probe element given in the 10th above 1st - the 4th either, While having a means to counter this and to form a record medium, and to sweep a pulse voltage and to record information between the probe of this element, and a record medium The information processor possessing a reproduction means to read the information on this record medium by the probe of this element, and a reproduction means given in the 11th above 10th are in the point used as the information processor given in the above 10th possessing a means to detect the amount of displacement of the direction of a deflection of the 2nd aforementioned step of cantilever.

[0012] Namely, the composition which is to the foundations of this invention forms the cantilever of the tabular by which the end was fixed on the substrate. It considers as the structure which carried out the laminating of a conductive electrode material and the piezoelectric material which produces an inverse piezoelectric effect by turns on this cantilever. and the thing for which the 2nd more step of minute cantilever was formed on extension from the inside of this cantilever side, or the cantilever nose of cam, and the information detection probe was prepared in the free edge of this minute cantilever -- it is -- this composition -- setting -- an electrode -- a member -- the following operations are obtained by impressing voltage in between

[0013]

[Function] If electric field E are added to piezoelectric material from the exterior, Polarization P will arise in piezoelectric crystal and the crystal will cause the minute distortion proportional to Polarization P. In the usual dielectric, since Polarization P is proportional to electric field E, distortion is proportional to E.

[0014] The deflection of a tabular can be made to cause as a whole by giving the electric field which made the piezo-electric material which used this property, for example, was prepared in the tabular differ partially.

[0015] Furthermore, by considering as the composition from which two or more step of cantilever is formed [nose of cam / of a cantilever / the inside of the field of a cantilever, or] on extension, and the deflection according / the 1st / at least / step of

cantilever / to the above-mentioned inverse piezoelectric effect is acquired, when all cantilevers are made to produce a deflection, the amount of deflections equal to total of each amount of deflections can be obtained between the outermost cantilever and the cantilever inside the maximum.

[0016] Therefore, if the composition which accomplishes this operation is incorporated when adjusting the distance between a record medium and a probe, for example, it will become possible to make each of the irregularity of nm order or the wave of mum order which a record medium and a substrate have follow.

[0017]

[Example] Hereafter, based on an example, this invention is explained in full detail concretely.

[0018] (Example 1) Drawing 1 and drawing 2 are the block diagrams and motion diagrams for explaining the 1st example of this invention. The insulating layer of the SiO₂ and the Si₃N₄ grade for 100 forming a substrate and 101 forming a cantilever in drawing 1 The electrode using material, such as Au for 102-107, 112-118 driving a cantilever in three dimensions, and aluminum 109, 111 is minute by giving an electrical signal -- the information detection probe for piezoelectric material, such as PZT, ZnO, AlN, etc. which perform a variation rate, and 120 detecting current, force, etc., such as a tunnel current, force between atoms, and a magnetic force, and 119 are the crookedness slits for forming the minute cantilever of a retrose

[0019] Moreover, in drawing 2, drawing 2 (a) is the initial-state view of a cantilever 201, and drawing 2 (b) is a state diagram when a cantilever 201 and the minute cantilever 202 of a retrose displace by the inverse piezoelectric effect.

[0020] Still more detailed explanation is given for the minute displacement type information detection probe element which has composition which was explained above using drawing 1 and drawing 2.

[0021] First, the production process of the minute displacement type information detection probe element concerning this invention is shown below. On the Si (100) substrate 100 with a thickness of 0.5mm, Si₃N₄ film was formed in thickness of 0.15 micrometers by CVD, and the insulating layer 101 was formed. The used material gas was SiH₂Cl₂:NH₃ (1:9), and substrate temperature was 800 degrees C. Next, patterning was carried out to the configuration of the cantilever of a request as shows Si₃N₄ film 102 to drawing 1, and the minute cantilever of the retrose formed of the crookedness slit 119 using the dry etching using photo lithography technology and CF₄ gas. Then, as a material of electrodes 102-107, 0.1 micrometers of Au(s) were formed in the cantilever section of an insulating layer 101 by the spatter, and patterning was carried out to the desired configuration using photo lithography technology. The patterning configuration in this case is the same as that of the electrodes 112-117 shown in the drawing 1 Nakagami side. In addition, in order to raise the adhesion of Si₃N₄ and Au, you may form Cr. Next, 0.3 micrometers of AlN(s) were formed by the spatter as a piezoelectric material 109. The spatter was carried out to the target in Ar+N₂ atmosphere using aluminum. Furthermore, patterning was carried out to photo lithography by the wet etching by the etching reagent for aluminum. Then, the above-mentioned process was repeated, piezoelectric material and the electrode were formed by turns, and the bimorph structure of Si substrate-Si₃N₄-Au-AlN-Au-AlN-Au as shown in drawing 1 was formed. Finally, W was deposited in the shape of a cone by the vacuum deposition as a material of the information detection probe 120.

[0022] The size of the cantilever of the minute displacement type information detection probe element produced according to the above-mentioned process was 600 micrometers in width of face of 150 micrometers, and length. Moreover, the size of the minute cantilever of the retrose formed inside the crookedness slit 119 was 300 micrometers in width of face of 50 micrometers, and length.

[0023] Although mentioned above, the electrode of 112, 113, and 114, 115, 116, 117 and the electrode of 102, 103, and 104, 105, 106, 107 correspond respectively, the pattern of an electrode is the same configuration, and 110 which is a bipolar electrode is formed all over the cantilever.

[0024] Next, the drive method of the minute displacement type information detection probe element shown in drawing 1 is explained. First, when not sweeping voltage to the AlN piezoelectric device 109, 111, it is a form like drawing 2 (a). Next, minus bias is swept to the up electrode of 113, 117 by making the Au electrode 110 into a gland, plus bias is swept to the lower electrode of 103, 107, minus bias is swept to the lower electrode of 104, 106, plus bias is swept to the up electrode of 114, 116, plus bias is swept to the lower electrode of 102, 105, and minus bias is swept to the up electrode of 112, 115. a deflection as shown in drawing 2 (b) by making the AlN piezoelectric device 109, 111 expand and contract using the inverse piezoelectric effect which this produces -- a variation rate can be obtained

[0025] Therefore, when using the minute displacement type information detection probe element of this invention, even if the size was the same as that of the conventional cantilever, it became possible to obtain the amount of displacement about 1.5 times - double precision compared with the former. In addition, it is possible for it not to be necessary to limit the size and configuration of the crookedness slit 119 which were shown by this example to this example, and to have various configurations. For example, a mountain-like configuration is sufficient as the configuration of a crookedness slit.

[0026] (Example 2) The 2nd example is shown in drawing 3 and drawing 4. The inside of drawing 3 and 100 are the 2nd minute cantilever by which formed a crookedness slit and 304 in the 1st retrose minute cantilever, and a substrate and 101 formed [an insulating layer and 301] 305 for a cantilever and 302, 303 inside the 1st retrose minute cantilever 304.

[0027] In addition, although not illustrated to drawing 3, the same insulating material as the membrane structure of drawing 1, piezoelectric material, and the electrode material are formed as bimorph structure of Si₃N₄-Au-AlN-Au on the Si substrate 100. Drawing 4 is a ***** type view before and behind displacement of drawing 3.

[0028] Bias voltage is given to an example 1 by the drive method of a publication, and the same method, the variation rate of the non-illustrated AlN piezoelectric material is carried out to Au electrode which is not illustrated to drawing 3, and the cantilever of 301, 304, 305 is sagged. Consequently, as shown in drawing 4 (b), the element of this invention with the same size as the

conventional cantilever was able to be used, and one 2 to 3 times the amount of displacement of this was able to be obtained.
 [0029] As mentioned above, the still larger amount of displacement than an example 1 was able to be taken by having constituted the cantilever in multi-stage.

[0030] (Example 3) The 3rd example is shown in drawing 5.

[0031] It is the minute cantilever of the retrose which 100 formed the substrate among drawing 5, and 101 formed two slits 503 in parallel [a cantilever and 502] on a cantilever 501 as for an insulating layer and 501, and was formed. Moreover, 120 is an information detection probe. Even if it became possible to make one of the minute cantilevers which have an information detection probe by making it this composition stand by as a spare cantilever and one of the two was damaged under the influence of **** and others, it became possible to be able to restore immediately.

[0032] in addition -- although the parallel slit was made into two lines in this example -- **** et al. -- it is not necessary to restrict to two and a large number may be arranged

[0033] (Example 4) The 4th example is shown in drawing 6.

[0034] Here, the example at the time of carrying the minute displacement type information detection probe element of this invention in the information processor in which record and reproduction are possible is shown. The probe for 600 carrying out record reproduction of the information among drawing 6 and 601 A cantilever, In the record layer which used the LB method on the graphite substrate and was accumulated eight layers, and 604, an electrode and 605 the squarylium-screw-6-octyl azulene in which the minute cantilever by which 602 was prepared on the cantilever 601, and 603 have a memory effect to the switching characteristic of voltage-current A substrate, 606 a substrate and 608 for an X-Y stage and 607 A lengthwise (Z shaft orientations) position control means, The current-potential conversion circuit which changes into voltage the tunnel current to which 609 flows between a probe 600 and the record layer 603, The band pass filter from which a logarithmic transformation machine and 611 take out a comparator and, as for 612, 610 takes out the signal of only a certain specific frequency component, The low pass filter from which 613 takes out the signal of amplifier and the low frequency 614 was decided to be, The three-dimensions scanning circuit for 615 driving a cantilever 601 and the minute cantilever 602 to amplifier, and 616 driving them to three dimensions, The pulse power supply for the drive circuit for 617 driving the lengthwise position control means 608 and 618 carrying out record reproduction of the information at the record layer 603 and 619 are size rough ***** for driving X-Y stage 606.

[0035] Next, a high-density record regenerative apparatus is operated in the atmosphere with an above-mentioned element and the composition of a medium. In order that the distance between a probe 600 and the record layer 603 may control to be in a several nm (nano meter) fixed state, the electric feedback signal which led the current-potential conversion circuit 609, the logarithmic transformation circuit 610, a comparator 611, a band pass filter 612, a low pass filter 614, and amplifier 613,615 is given to a cantilever 601 and the minute cantilever 602. The tunnel current was used as a position detection means between a probe 600 and the record layer 603. In the above state, it will be in the state where record and reproduction can be performed. Record was moved to arbitrary places using the three-dimensions scanning circuit 616, and X-Y stage 606 and size rough ***** 619, and impressed the voltage of 2 V and 1micro [of pulse width] sec exceeding 1.5V which are the threshold voltage which produces an electric memory effect between a probe 600 and the record layer 603 using the pulse power supply 618. Consequently, the ON state (state where 3 or more figures of current flow mostly compared with an OFF state) was able to be electrically written in the record layer 603. It was possible to have traced this record position again and to have reproduced an ON state.

[0036] in addition -- although the example using what used the LB method on the graphite substrate and accumulated eight layers of squarylium-screw-6-octyl azulenenes in the above-mentioned example as a record medium was shown, if it is that whose elimination writes in as a material of a record medium (record layer), and is possible -- anything -- good -- moreover -- the production method of a medium -- **** et al. -- it is not necessary to limit to these

[0037] since a probe 600 may contact with irregularity and a wave peculiar to record layer 603, electrode 604, and substrate 605 each, an electric feedback signal must be sent to a cantilever 601 or the minute cantilever 602, and contact must be made to avoid in this case, although an X-Y stage is moved by mm order in case the above-mentioned record and reproduction are performed

[0038] The signal from a comparator 611 is branched to two, and the signal in a cycle of several 100Hz is sent for the signal in a cycle of several 10Hz to a cantilever 801 through a band pass filter 612 at the minute cantilever 602 through a low pass filter 614 so that the electric feedback signal at this time may follow a wave with the big period of several 10Hz which a substrate 605 has, and the irregularity of several 100Hz which an electrode 604 has.

[0039] Thus, by separating a signal and operating a cantilever 601 and the minute cantilever 602 independently, the high-speed scan was able to be attained and the access speed of the information processor of this example was able to be raised.

[0040] Although it is common about the examples 1-4 described above, Si₃N₄ which forms an insulating layer 101, AlN which is piezoelectric material, and Au which is an electrode material may produce the deflection of a cantilever by the temperature change, respectively, when these accomplish a layer structure and a cantilever is formed, since it has a different coefficient of linear expansion, different Young's modulus, etc. Therefore, it is desirable to select the sizes (length etc.) of a cantilever and a minute cantilever suitably so that a probe may come to a proper position, after also taking into consideration this thermal expansion or contraction.

[0041] (Example 5) The 5th example is shown in drawing 7 and drawing 8. In this example, the minute displacement type information detection element has two-step composition of the cantilever portion 701 with an actuator, and the minute cantilever portion 702, and the probe 703 for record signal impression and regenerative-signal detection is attached at the nose of cam of the

minute cantilever portion 702. As the detail of this minute displacement type information detection probe element being shown in drawing 7 (b), On four layer 705 of Si₃N₄s which constitutes the two-step cantilever prepared on the Si substrate 704 The Au wiring 706 for record signal impression is formed in a probe 703. further in the upper layer The portion which constitutes the 1st step of cantilever which consists of three layers of 707, the Au layer 708 which constitutes a uni-morph element actuator, the ZnO layer 709, and the Au layer 710 four layers of Si₃N₄s as an insulating layer is prepared.

[0042] About the production process of such an element, it is the same as that of the method stated to the example 1 almost, and membranes are formed on Si (100) substrate and Au wiring is formed by the spatter in the upper part after forming Si₃N₄ to 0.5-micrometer thickness with CVD at 0.1-micrometer thickness. Here, 0.1 micrometers of Au layers, 0.3 micrometers of ZnO layers, and 0.1 micrometers of Au layers are formed by the spatter, forming four layers of 0.1 micrometers of Si₃N₄s by CVD into the portion of the 1st step of cantilever, and repeating patterning again, after patterning, in the configuration of the 2nd step cantilever, according to a photo lithography process at it. And by the electron beam deposition method, the vacuum evaporation of the conductive material, such as carbon, is carried out at the nose of cam of the 2nd step of cantilever portion, a probe is produced at it, and, finally a cantilever is formed in it by the anisotropic etching by KOH from a substrate rear face.

[0043] The cantilever portion with an actuator was [width of face of 150 micrometers, the rectangle type with a length of 600 micrometers, and the minute cantilever portion of the size of the cantilever of the minute displacement type information detection probe element produced according to the above-mentioned process] width of face of 20 micrometers, and a V character type with a length of 100 micrometers.

[0044] Next, the example which applied the minute displacement type information detection probe element of this example to the information processor which can perform record and reproduction is explained using drawing 8. To the record-medium substrate 801, a probe 802 is made to approach even distance 1nm or less, and a nose of cam is relatively scanned in a longitudinal direction. Here, the light beam from laser 803 is irradiated at the rear face at minute cantilever partial 804 nose of cam which supports a probe 802, and the reflected light beam-spot position is detected by 2 division sensor 805. If change arises in the size of the force between atoms committed between the record-medium substrate 801 and a probe 802, change arises in the amount of deflections of a minute cantilever portion, and since it is accompanied by angle change of a reflected light beam, change will arise in the beam-spot position on 2 division sensor 805. Then, the cantilever portion 806 with an actuator bends and the amount of displacement is controlled so that this beam-spot position becomes fixed, namely, so that the size of the force between atoms committed between the record-medium substrate 801 and a probe 802 becomes fixed. The configuration of the controlled variable which a probe 802 goes up and down from the size of this control signal so that the size of the force between atoms may become fixed, i.e., record-medium substrate 801 front face, is detectable. Although the cantilever portion 806 with an actuator bends and the resonance frequency to a variation rate is about 1kHz at this time Since the resonance frequency to the deflection of the minute cantilever portion 804 is set to about 50kHz As opposed to the big wave of the micron order of a probe 802 of record-medium substrate 801 front face, and an inclination 807 The cantilever portion 806 with an actuator can bend and a substrate front face can be made to scan by the deflection of the minute cantilever portion 804 to the record bit 808 of nano meter order, and the irregularity 809 of a substrate with a variation rate. Thus, by operating independently the cantilever portion 806 with an actuator, and the minute cantilever portion 804, the high-speed scan was able to be attained and the access speed of the information processor of this example was able to be raised.

[0045] Here, the method of record reproduction is explained. It has conductivity, such as Au (111) side grown epitaxially for example, on the mica as a record-medium substrate 801, and it reaches far and wide and a flat thing is used to sub nano meter order. The bit of the convex configuration which has an about 10nm diameter can be formed by making a probe approach a substrate as mentioned above, and impressing the pulse voltage for 5V and 100 microseconds between them. As a recording method, in addition to the example given here, as long as it is the method that the shape of record-medium substrate surface type is changed, what thing may be used and other materials may also form a concave-like bit. As a reclaiming process, when a probe approaches a record bit, according to the force between atoms committed in the meantime, the amount of position gaps of the reflected light beam spot on 2 division sensor is detected for the amount by which the minute cantilever which supports a probe is bent, and let this be a regenerative signal. In addition, since the cantilever portion with an actuator is not followed to the signal of RFs, such as a record bit, such reproduction is attained.

[0046]

[Effect of the Invention] this invention is minute as explained above -- a variation rate -- forming two or more step of cantilever on extension from the inside of the field of a cantilever, or the nose of cam of a cantilever, while a type information detection probe element uses an inverse piezoelectric effect -- a deflection -- a variation rate -- expansion of an amount is realizable

[0047] Moreover, when the minute displacement type information detection probe element of this invention was carried in a scanning tunneling microscope, an atomic force microscope, and the information processor that performs high-density record and reproduction, by equipping two or more steps with the cantilever, it could become possible to dissociate and to operate a function, access speed could be raised conventionally, and the high-speed scanning tunneling microscope, the atomic force microscope, and the information processor have been offered by high stability.

[Translation done.]

* NOTICES *

Japan Patent Office is not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. **** shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] It is the solid perspective diagram of the minute displacement type information detection probe element concerning the 1st example of this invention.

[Drawing 2] The displacement state diagram of the cantilever of the element concerning drawing 1 is shown.

[Drawing 3] It is the solid perspective diagram of the minute displacement type information detection probe element concerning the 2nd example of this invention.

[Drawing 4] The displacement state diagram of the cantilever of the element concerning drawing 3 is shown.

[Drawing 5] It is the solid perspective diagram of the minute displacement type information detection probe element concerning the 3rd example of this invention.

[Drawing 6] It is the block diagram showing the information processor which carried the minute displacement type information detection probe element concerning this invention.

[Drawing 7] It is the solid perspective diagram and cross section of a minute displacement type information detection probe element concerning the 5th example of this invention.

[Drawing 8] It is drawing showing the information processor which carried the minute displacement type information detection probe element concerning the 5th example of this invention.

[Description of Notations]

100 Substrate

101 Insulating Layer

102 Electrode (Lower Part)

103 Electrode (Lower Part)

104 Electrode (Lower Part)

105 Electrode (Lower Part)

106 Electrode (Lower Part)

107 Electrode (Lower Part)

109 Piezo-electric Material

110 Electrode

111 Piezo-electric Material

112 Electrode (Upper Part)

113 Electrode (Upper Part)

114 Electrode (Upper Part)

115 Electrode (Upper Part)

116 Electrode (Upper Part)

117 Electrode (Upper Part)

118 Electrode (Upper Part)

119 Incurvation Slit (Typeface of KO)

120 Information Detection Probe

201 Cantilever

202 Minute Cantilever (Retrose)

301 Cantilever

302 Incurvation Slit

303 Incurvation Slit

304 1st Minute Cantilever

305 2nd Minute Cantilever

501 Cantilever

502 Minute Cantilever

503 Incurvation Slit

600 Information Detection Probe

601 Cantilever

602 Minute Cantilever
603 Record Layer
604 Electrode
605 Substrate
606 X-Y Stage
607 Substrate
608 Lengthwise Position Control Means
609 Current-Potential Conversion Circuit
610 Logarithmic Transformation Machine
611 Comparator
612 Band Pass Filter
613 Amplifier
614 Low Pass Filter
615 Amplifier
616 Three-Dimensions Scanning Circuit
617 Flutter Circuit
618 Pulse Power Supply
619 Large Flutter Circuit
620 Microcomputer
621 Display
701 Cantilever Portion with Actuator
702 Minute Cantilever Portion
703 Probe
704 Si Substrate
705 Four Layers of Si₃N₄
706 Au Wiring
707 Four Layers of Si₃N₄
708 Au Layer
709 ZnO Layer
710 Au Layer
801 Record-Medium Substrate
802 Probe
803 Laser
804 Minute Cantilever Portion
805 2 Division Sensor
806 Cantilever Portion with Actuator
807 Wave with Big Substrate, Inclination
808 Record Bit
809 Nm Synchronous Irregularity Completed at the Time of Production of Substrate

[Translation done.]